

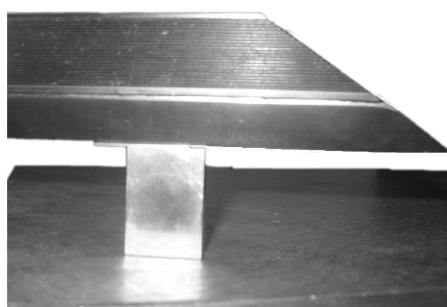
Tabela 7. Tolerancje płaskości linałów powierzchniowych uźebrowanych i trójkątnych

Długość linału [mm]	Tolerancja płaskości [μm] Klasa dokładności		
	0	1	2
250	5	13	–
315	5	13	–
400	6	14	28
500	6	14	28
630	7	16	33
800	7	16	33
1000	8	20	40
1250	8	20	40
1600	10	26	52
2000	12	30	60
2500	14	35	70

Tabela 8. Tolerancje kąta pomiarowego linałów powierzchniowych trójkątnych w minutach

Długość linału [mm]	Tolerancja kąta pomiarowego [$'$]	
	Klasy dokładności	
	0	1
250	6	15
315	6	15
400	5	12
500	5	12
630	4	10
800	4	10
1000	4	10

Powyżej wymienione zostało określenie „szczelina świetlna”. Jest to specyficzny rodzaj miary, polegający na wzrokowej ocenie szerokości prześwitu między powierzchniami przedmiotu badanego a inną szczeliną na powierzchniach lub krawędziach wzorcowych. Aby ocena była miarodajna, należy wytworzyć tzw. szczelinę świetlną wzorcową, do której odnosimy wzrokowo szczelinę badaną. Szczelinę wzorcową można zrealizować przy pomocy płytek wzorcowych i linału – wg rys. 23. Przerwa między linałem a dużą płytką jest szczeliną wzorcową o wymiarze płytki mniejszej. Oczywiście, obserwację szczeliny należy prowadzić „pod światło” dostatecznie mocniejsze od tła.



Rys. 23. Szczelina świetlna wzorcowa utworzona z płytek wzorcowych i linału krawędziowego

W warunkach warsztatowych, na gorąco, można to zrobić przy pomocy szczelinomierza i suwmiarki, jeśli chodzi o szczeliny małe, rzędu 0,03 do 0,08 mm. Większe szczeliny można zrealizować na

suwmiarce bez szczelinomierza. Dokładność jest mniejsza, ale i tak w tym pomiarze kluczową rolę odgrywa wzrok i doświadczenie obserwatora.

Pomiar za pomocą szczelin świetlnych zdarza się dość często w warsztacie. Oprócz w/w przypadków dotyczy również innych, np. prześwit między powierzchniami korpusów, pęknięcia zwłaszcza krzywoliniowe, pasowania luźne itp. Pomiar ten obarczony jest sporym, trudnym do oszacowania błędem. Dlatego przy sporządzaniu protokołu z pomiarów należy zaznaczyć, jaką metodą zostały przeprowadzone.

Innym sposobem wykorzystania płyt i liniałów powierzchniowych do pomiaru płaskości jest metoda tuszowania (farbowania). Polega na posmarowaniu tuszem, farbą lub innym środkiem koloryzującym powierzchni pomiarowej płyty, a następnie przesuwaniu w różnych kierunkach powierzchni badanego przedmiotu. Po tym zabiegu wierzchołki powierzchni badanej zostaną zamalowane. Na tej podstawie możemy ocenić odchyłkę od płaskości powierzchni badanej. Oceny dokonujemy zliczając plamki znajdujące się w kwadracie o bokach 25 x 25 mm. Należy wykonać trzy takie zliczenia w różnych miejscach powierzchni badanej, a następnie wyciągnąć średnią. Ilość plamek znajdujących się w kwadracie pomiarowym można przełożyć orientacyjnie na klasę dokładności płaskości – wg tab. 9.

Tabela 9. Orientacyjny związek ilości miejsc styku w kwadracie kontrolnym z klasami niepłaskości przy stosowaniu metody farbowania – wg PN-74/M-53180

Klasa dokładności	00	0	1	2
Ilość plamek	min. 30	min. 25	min. 20	min. 15
Tolerancja płaskości	3 ÷ 4	5 ÷ 6	7 ÷ 8	9 ÷ 12

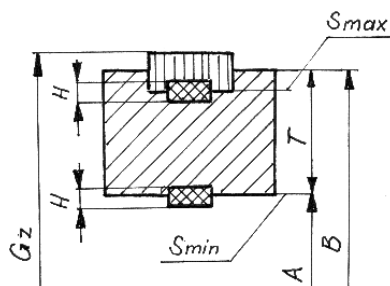
Farba przeznaczona do tuszowania powinna mieć możliwie najrzadszą konsystencję i długi okres wysychania. W przeciwnym przypadku, np. stosując farbę ftalową lub minię zamalujemy całą powierzchnię badaną i odniesiemy błędne wrażenie, że jest idealnie płaska. W celu spełnienia warunków dobrego pomiaru można do farb malarskich dodać stosowny rozpuszczalnik dla ich rozrzedzenia. Bardzo rzadką konsystencję mają penetranty defektosolowe i jednocześnie długo wysychają. Dobry efekt daje również mieszanka sadzy z naftą lub benzyną. Sadzę można otrzymać kierując płomień acetylenowy (bez dodatku tlenu!) na kawałek blachy. Metoda ta jest często stosowana w sytuacjach „awaryjnych”.

Wykorzystanie liniałów na warsztacie nie jest duże. Najczęściej używane są liniały jednokrawędziowe i powierzchniowe płaskie.

6. Wzorniki, sprawdziany i szablony

Niektóre kształty części maszyn są na tyle skomplikowane, że ich pomiar byłby żmudny, a wynik wielce niepewny. Jeżeli do tego zależy nam na szybkim określeniu błędów kształtu lub wymiaru, a pomiar zdarza się często, to opłaca się wykonać lub kupić specjalne narzędzie pomiarowe, czyli wzornik lub sprawdzian. Mówimy wtedy o sprawdzianach kształtu lub wymiaru.

Wzorniki, sprawdziany i szablony można stosować w każdym rodzaju produkcji. Jednak największy sens ekonomiczny znajdują w produkcji masowej. Głównie jest to podyktowane dużym kosztem ich wykonania i krótkim okresem eksploatacji. Koszt ten wynika zaś z dużej dokładności wykonania. Polska Norma PN-72/M-02140 „Tolerancje i pasowania wałków i otworów. Tolerancje sprawdzianów” podaje tabelarycznie te wartości w zależności od badanej średnicy. Najczęściej tolerancja sprawdzianu jest o 4 do 5 klas niższa od tolerancji mierzonego przedmiotu. W praktyce oznacza to klasę IT1, IT2. Z tego też względu wskazane jest używanie sprawdzianów w miarę możliwości tylko w kontroli wrywkowej. Wydłuży to żywotność tych narzędzi. W szczególności dotyczy to strony przechodniej, czyli tej, która ociera się o badany przedmiot. Z tego względu pomiarowiec operujący sprawdzianem powinien przejść szkolenie, które uczuli go na ten aspekt pracy ze sprawdzianem. Ważną własnością strony przechodniej sprawdzianu jest wartość dopuszczalnego jej zużycia G_z – wg rys. 24. Określenie tej wartości musi być powiązane z przeznaczeniem badanej średnicy, gdyż wiąże się z możliwością jej przekroczenia.



Rys. 24. Schemat wielkości i położenia pól tolerancji sprawdzianu do wałków,

gdzie: A – wymiar dolny wałka, B – wymiar górny wałka, T – tolerancja wałka, Smin. – sprawdzian minimalny (nieprzechodni dla wałka), Smax. – sprawdzian maksymalny (przechodni dla wałka), G_z – wymiar granicy zużycia sprawdzianu przechodniego, Smax. dla wałka, H – tolerancja sprawdzianu.

Jak widać na rys. 24, tolerancje sprawdzianu zmieniają nieco rzeczywistą tolerancję przedmiotu. Wymiar dolny A na sprawdzianie nowym jest zaniżony o $H/2$, a w miarę jego zużywania się może zostać powiększony o $H/2$. Sprężyna oddaje średnicę rzeczywistą dolną tylko wtedy, gdy jest w połowie zużycia.

Strona przechodnia sprawdzianu jest jeszcze bardziej skomplikowana. Pole tolerancji H jest w całości cofnięte w głąb pola tolerancji przedmiotu. Oznacza to, że sprawdzian nowy w pierwszej fazie odrzuca wyroby dobre. Następnie jest pole dopuszczalnego zużycia sprawdzianu, zakresowane pionowo G_z ,

wychodzące ponad wymiar maksymalny wałka B. To z kolei oznacza, że sprawdzian w końcowej swej eksploatacji będzie przepuszczał jako dobre wałki wykonane ponad tolerancję dokumentacyjną.

Sprawdzian przechodnio-nieprzechodni dla otworów budowany jest na tych samych zasadach, tylko pola tolerancji położone są odwrotnie. Z w/w powodów kontrola części przy pomocy sprawdzianów powinna być uzgodniona z zamawiającym, aby nie dochodziło do nieporozumień podczas ich odbioru. Można uzgodnić, że odbiór odbywać się będzie również przy pomocy sprawdzianu i to tego dotychczas używanego. Przedstawione dokładności i obwarowania oznaczają, że wykonywanie sprawdzianów w warunkach warsztatowych jest właściwie niemożliwe.

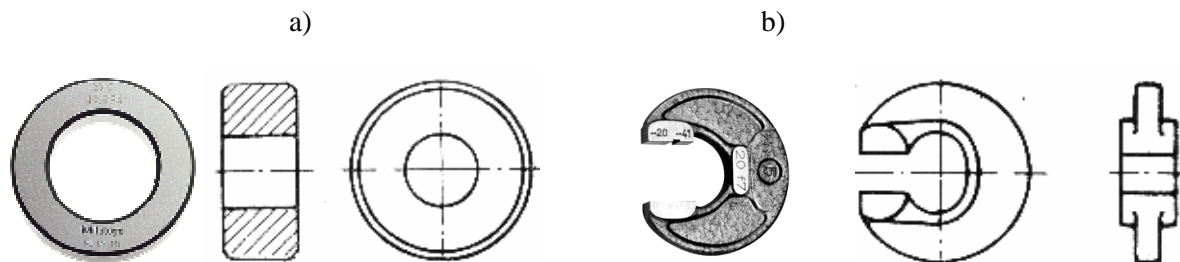
Właściwością wzorników, sprawdzianów i szablonów jest stwierdzenie poprawności wykonania wymiaru lub kształtu na zasadzie dobry – niedobry, bez określania wartości wielkości badanej. Przy tym wyroby niedobre, dzięki sprawdzianowi, możemy od razu podzielić na wady naprawialne i nienaprawialne. Sprawdziany mogą określać wielkość badaną z dwóch stron, tj. wymiar górny i dolny, lub jednostronnie. Pierwsze nazywają się dwugraniczne, a drugie jednograniczne. Dwugraniczne mają wbudowaną wartość przechodnią i nieprzechodnią dla sprawdzanego przedmiotu, czyli wymiary dopuszczalne: górny i dolny, a jednograniczne tylko jeden z tych wymiarów. Sprawdziany wymiaru są, więc jedno- lub dwuwymiarowymi miarami (wzorcami).

Podział na wzorce, sprawdziany i szablony jest dość umowny. Najczęściej wzorce odwzorowują jeden – właściwy wymiar. Sprawdziany wykonane są na jedną lub dwie wartości dopuszczalne, odwzorowują więc rozpiętość tolerancji badanego wymiaru. Szablony wykonuje się najczęściej dla kształtów bardziej złożonych i często odzwierciedlają wymiary i zarysy idealne badanego przedmiotu.

6.1. Sprawdziany do wałków i otworów

Norma PN-72/M-02140 „Tolerancje i pasowania wałków i otworów. Tolerancje sprawdzianów” przedstawia zasadnicze rozwiązania konstrukcyjne tych narzędzi, a zarazem ich w miary, szczególnie tolerancje.

Kształt sprawdzianu dobiera się w zależności od celu, jaki chce się osiągnąć oraz wielkości badanej średnicy. W tym miejscu chodzi o dokładność oceny, ciężar sprawdzianu i swobodę operowania nim.



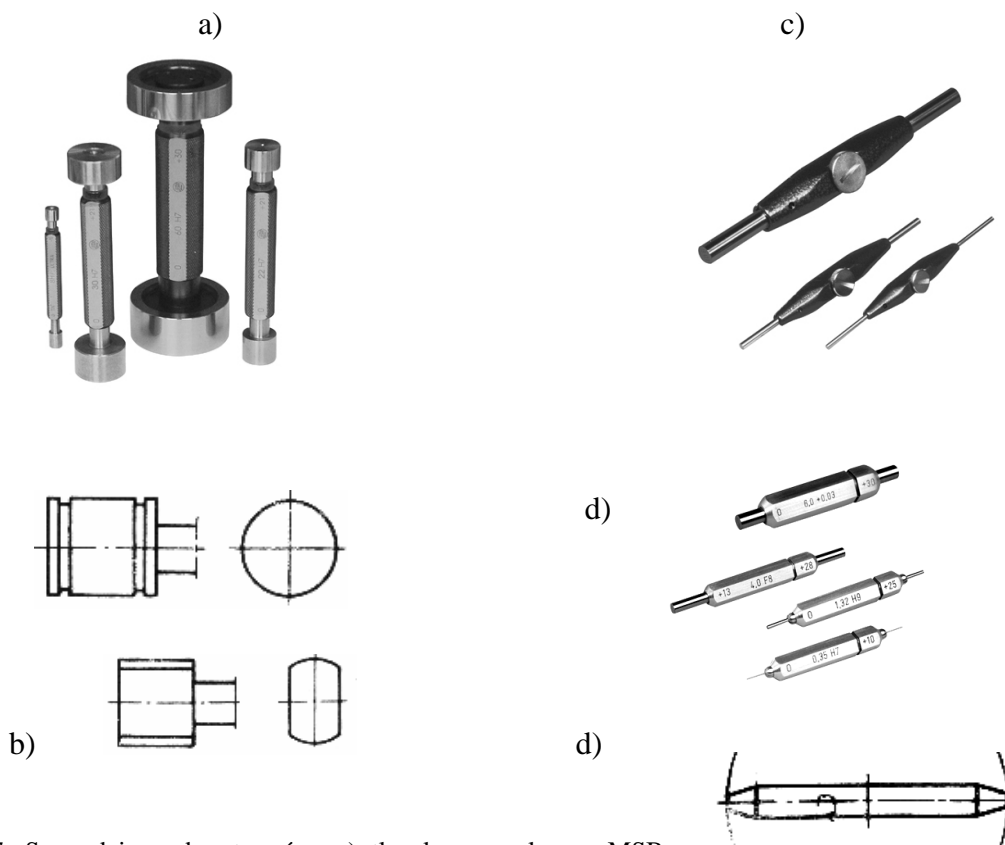
Rys. 25. Sprawdziany do wałków a) pierścieniowy MSRb, b) szczękowy MSKa

W kontroli wałków sprawdzian pierścieniowy umożliwia ocenę pełnego okręgu badanego czopa, z możliwością wychwycenia błędów kształtu (poprzez przeświet). Sprawdzian szczękowy z założenia wykonuje kontrolę lokalną, wrywkową danego czopa. Zaletą sprawdzianów szczękowych jest to, że mogą służyć do badania wałków nieokrągłych. Dodatkowo są dużo lżejsze od pierścieniowych. W związku z tym, przy większych średnicach są niezastąpione, niezależnie od uwarunkowań technologicznych. Jednocześnie sprawdziany szczękowe mogą być wykonane w wersji nastawnej, tj. z możliwością regulacji wymiaru kontrolowanego. Nastawianie wymiaru odbywa się na płytkach wzorcowych – wg rys. 26.



Rys. 26. Sprawdzian szczękowy nastawny z płytką wzorcową

Podobnie rzecz ma się ze sprawdzianami do otworów. Najlepiej odzwierciedla pełny wymiar i błędy kształtu badanego otworu sprawdzian tłoczkowy, w mniejszym stopniu łopatkowy, a najmniej średniówkowy. Jednak ciężar wymienionych sprawdzianów układa się dokładnie odwrotnie. Dodatkowo, sprawdzianem średniówkowym można badać otwory nieokrągłe.



Rys. 27. Sprawdziany do otworów: a) tłoczkowy walcowy MSBa, b) łopatkowy walcowy MSDb, c) średniówkowe MSEb – sposób pomiaru.

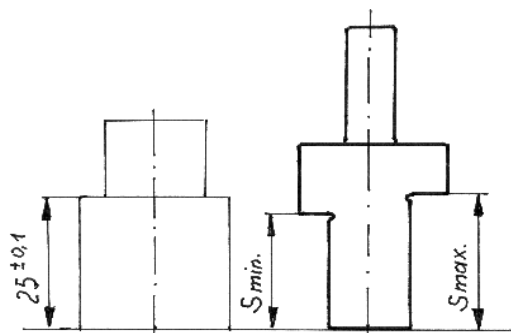
Technika pomiarów sprawdzianami nie jest skomplikowana, a czynnikiem kluczowym jest nacisk wywierany przez kontrolera na narzędzie. Ogólnie przyjętą jest zasada, żeby tak zorganizować stanowisko badawcze, by sprawdzian mógł nasuwać się na badaną średnicę pod własnym ciężarem. Wciskanie sprawdzianu siłą jest niedopuszczalne. Im większa średnica i mniejsza chropowatość badanego przedmiotu, tym większe prawdopodobieństwo zaklinowania się sprawdzianu na badanym czopie. Zwłaszcza gdy jednocześnie wzrasta ciężar sprawdzianu, co zwykle idzie w parze. W takim przypadku wymiar średnicy lepiej zmierzyć narzędziami pomiarowymi. Na wynik badań sprawdzianem duży wpływ ma też temperatura. Przy długim użytkowaniu sprawdzian może nagrzać się od dłoni kontrolera z łatwością do 30°C z oczywistym skutkiem rozszerzenia się.

Okresowe sprawdzanie stopnia zużycia sprawdzianów należy przeprowadzać na płytkach wzorcowych. Tylko one mają dokładność pozwalającą na właściwą ocenę wymiarów wykonanych w klasie IT1, IT2.

6.2. Szablony i sprawdziany złożone

Szablony mogą odzwierciedlać kształt lub położenie w sposób (prawie) idealny, albo jedno- lub dwugraniczny. Rys. 28 przedstawia sprawdzian dosuwny, dwugraniczny przeznaczony do kontroli wysokości czopa.

W przypadku jak na rys. 28, do przeprowadzenia kontroli czopa $l = 25 \pm 0,1$ mm niezbędna jest płyta pomiarowa. Często zdarza się, że do skorzystania ze sprawdzianu potrzebne jest oprzyrządowanie dodatkowe. Są to najczęściej liniały, płytki wzorcowe, czujniki zegarowe, szczelinomierze, szczeliny wzorcowe a także inne narzędzia pomiarowe.

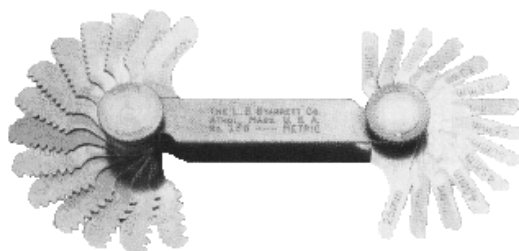


Rys. 28. Sprawdzian dosuwny

Konstrukcje sprawdzianów i szablonów wymuszają oczywiście przedmioty badane. Cechą wspólną wszystkich typów jest odpowiednia duża dokładność wykonania i przewidziane formy oraz wielkości zużycia.

6.3. Wzorce zarysu gwintu

Gwinty są tym elementem części maszyn, które często spełniają kryteria techniczne i ekonomiczne dla korzystania ze wzorców i sprawdzianów. Są produkowane na dużą skalę, a podziałka i kąt zarysu odgrywają pierwszorzędą rolę w eksploatacji śruby i nakrętki. Wobec tego, do jego rozpoznania i pomiaru stosuje się wzorniki wg normy PN-88/M-53395 „Narzędzia pomiarowe. Wzorce zarysu gwintu metrycznego”. Przedmiotowa norma opisuje wzorce gwintu metrycznego MWGa, ale podobne wymagania mają również wzorce gwintu calowego MWGb i uniwersalne MWG-c – rys. 29. Popularna nazwa warsztatowa dla tych wzorników to „grzebień”.



Rys. 29. Komplet wzorców zarysu gwintu

Pełny komplet wzorców gwintów metrycznych zawiera 20 sztuk o podziałkach od 0,4 do 6,0 mm, a calowych – 17 sztuk o liczbie zwojów na 1 cal od 28 do 4. Komplet uniwersalny jest nieco uboższy i zawiera: 10 sztuk zwojów metrycznych o podziałkach od 0,4 do 2,0 mm, i 10 sztuk calowych od 28 do 10 zwojów na 1 cal. Wykonane są ze stali sprężynowej o twardości min. 210 HV. Podziałka odtwarzana jest z błędem dopuszczalnym $\pm (0,015 \text{ do } 0,020)$ mm, a kąt zarysu z błędem $\pm (30 \text{ do } 100'$ – minut kątowych). Pomiar gwintu polega na przykładaniu różnych wzorników, aż do momentu, gdy dobierzemy taki, który pasuje idealnie do skoku i zarysu. Dopasowanie obserwujemy bardzo uważnie „pod światło”, gdyż łatwo pomylić gwint metryczny z calowym. Istotna różnica jest w kącie zarysu, 60° dla gwintów metrycznych i 55° dla calowych. Pomiar, a raczej rozpoznanie gwintu przy pomocy w/w wzorników jest stosunkowo łatwy dla gwintów zewnętrznych. Gorzej sprawa ma się z gwintami wewnętrznymi, zwłaszcza o małych średnicach. W tych przypadkach pomiar należy przeprowadzić szczególnie pieczołowicie, a najlepiej zastosować sprawdzian gwintu. Zwraca uwagę fakt, że podstawowe parametry gwintu, tj. podziałka i kąt zarysu są ściśle określone i zasadniczo nie ma możliwości, aby zaistniał przypadek o wymiarach nieznormalizowanych. Wobec tego, korzystając ze wzorników musimy doprowadzić do idealnego ich dopasowania z badanym gwintem.

6.4. Sprawdziany do gwintów

Sprawdziany i przeciwsprawdziany do gwintów opisuje norma PN-74/M-53028 „Narzędzia pomiarowe. Sprawdziany gwintowe do gwintów metrycznych”. Oczywiście sprawdziany do innych gwintów

konstrukcyjnie nie różnią się od metrycznych. Sprawdziany, jak to zostało już wcześniej ustalone, nie służą do pomiarów, a tylko odwzorowują tolerancje wykonania określonych parametrów. W związku z tym, w sprawdzianie gwintowym również wyróżniamy wartość maksymalną i minimalną mierzonej wielkości. Mówimy o sprawdzianie przechodnim lub nieprzechodnim. Podobnie jak w poprzednich, nazwa wynika stąd, że właściwie wykonany wyrób, w tym przypadku np. gwint zewnętrzny (śruba) powinien być większy od wymiaru minimalnego (sprawdzian nieprzechodni) i mniejszy od wymiaru maksymalnego (sprawdzian przechodni).



Rys. 30. Sprawdziany do gwintu zewnętrznego: a) pierścieniowy MSRk , b) szczękowy rolkowy MSNa

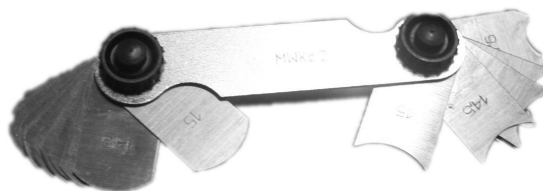


Rys. 31. Sprawdzian trzpieniowy przechodnio-nieprzechodni do gwintów wewnętrznych MSCk

Sprawdziany gwintowe służą do dwugranicznej kontroli wszystkich najważniejszych parametrów gwintu, tj.: podziałka, kąt zarysu, średnica podziałowa oraz dolny wymiar średnicy zewnętrznej gwintu wewnętrznego i górny wymiar średnicy wewnętrznej gwintu zewnętrznego. Średnicę zewnętrzną gwintu zewnętrznego i średnicę wewnętrzną gwintu wewnętrznego sprawdzamy sprawdzianami do otworów lub wałków. Aby sprawdzenie było miarodajne, długość części roboczej sprawdzianu powinna być równa długości skręcenia, czyli wysokości nakrętki. Dla odróżnienia sprawdzianów pierścieniowych na nieprzechodnich wykonuje się obwodowe nacięcie lub maluje pasek – wg rys. 30a. Są też sprawdziany przeznaczone tylko do kontroli średnicy podziałowej. Wyróżniają się tym, że część roboczą mają znacznie krótszą, a zarys gwintu nieco zmieniony, pocieniony. Oczywiście w/w sprawdziany mogą funkcjonować jako wzajemne przeciw sprawdziany. Przy zamawianiu sprawdzianów gwintu należy określić i podać położenie pola tolerancji sprawdzanego gwintu.

6.5. Wzorce łuków

Obok gwintów, najpopularniejszym kształtem w budowie maszyn jest zarys kołowy. Dotyczy to zwłaszcza stopniowanych wałków i otworów, gdzie zmianie średnicy towarzyszy najczęściej promień wewnętrzny, a zakończeniom czopów ścięcie lub rzadziej promień zewnętrzny. Do ich pomiaru służą wzorce MWKc wykonane wg normy PN-87/M-53396 „Narzędzia pomiarowe. Wzorce łuków kołowych”, zwane też promieniomierzami. Służą one do pomiaru, a właściwie określania, łuków kołowych wklęsłych i wypukłych o promieniach od 1 do 25 mm – rys. 32.



Rys. 32. Komplet wzorców łuków kołowych

Wykonuje się je ze stali sprężynowej o twardości min. HV 400 dla klasy 1 i min. HV 210 dla klasy 2. Odtwarzają promienie z odchyłką zależną od klasy dokładności wzorców (1 lub 2) – wg tab. 10.

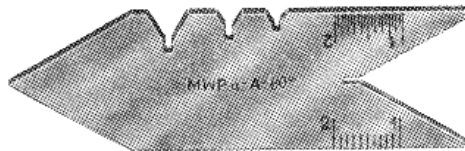
Ponieważ wzorce stopniowane są co 1 milimetr, a mniejsze co 0,5 i 0,4 milimetra, to zarysy nieobjęte ich gradacją ocenia się metodą interpolacji liniowej, tzn. gdy $R = 20$ mm jest za mały, a $R = 21$ mm zbyt duży, to właściwy wymiar promienia przyjmujemy po porównaniu wzrokowym wielkości szczelin świetlnych. W związku z tym, że rzadko promień rzeczywisty odpowiada wzorcowemu, podane w tab. 10 dokładności są mocno na wyrost. Przy zakupach wzorców wystarczy poprzestać na klasie 2.

Tabela 10. Odchyłki graniczne $\pm T_R/2$ promieni znamionowych R promieniomierzy

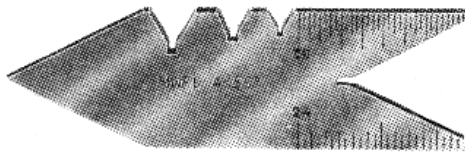
Promień znamionowy R [mm]		Odchyłki graniczne $\pm T_R/2$ [mm]	
powyżej	do	Klasa dokładności	
		1	2
–	3	0,020	0,050
3	6	0,024	0,060
6	10	0,029	0,075
10	18	0,035	0,090
18	25	0,042	0,105

6.6. Wzorce do noży tokarskich

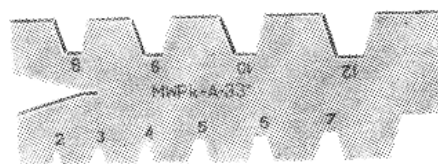
Dla uniknięcia wadliwej produkcji, najważniejszym sposobem jest jej zapobieganie. Służy temu m.in. dobre przygotowanie narzędzi obróbczych, w tym noży tokarskich. Pracą, w której braki są trudne do poprawy, a w niektórych przypadkach wręcz niemożliwe, jest toczenie gwintu. Z tego powodu nóż należy właściwie naostrzyć i ustawić wg normy PN-74/M-53406 „Narzędzia pomiarowe. Wzorce do noży do gwintu metrycznego i trapezowego”. Służą temu wzorce do noży do gwintu metrycznego 60° MWPa – wg rys. 33, wzorce do noży do gwintu calowego 55° MWPa – wg rys. 34 oraz wzorce do noży do gwintu trapezowego 30° MWPa – wg rys. 35. Wykonuje się je ze stali narzędziowej o twardości HRC 60. Odchyłki równoległości powierzchni roboczych wynoszą do 0,05 mm, a odchyłki kąta pochylenia boku zarysu $\pm 15'$ do $25'$.



Rys. 33. Wzorec do noży do gwintu metrycznego



Rys. 34. Wzorec do noży do gwintu calowego



Rys. 35. Wzorec do noży do gwintu trapezowego

Dzięki w/w wzornikom można nie tylko właściwie naostrzyć nóż, ale również dostawić go prostopadle do obrabianej powierzchni.

Bibliografia

Berger B., Płoszajski A., Zwierz H., *Katalog SWW 0943. Narzędzia pomiarowe do długości i kąta*, WPM WEMA, Warszawa 1976.

Poradnik metrologa warsztatowego, praca zbiorowa, WN-T, Warszawa 1973.

Spis norm

Norma PN-EN ISO 3650 „Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Wzorce długości. Płytki wzorcowe”.

Norma PN-ISO 8512-1 „Płyty pomiarowe. Płyty żeliwne”.

Norma PN-ISO 8512-2 „Płyty pomiarowe. Płyty granitowe”.

Norma PN-71/N-02050 „Metrologia. Nazwy i określenia”.

Norma PN-72/M-02140 „Tolerancje i pasowania wałków i otworów. Tolerancje sprawdzianów”.

Norma PN-74/M-53028 „Narzędzia pomiarowe. Sprawdziany gwintowe do gwintów metrycznych”.

Norma PN-79/M-53088 „Narzędzia pomiarowe. Wałeczki pomiarowe do gwintów”.

Norma PN-74/M-53103 „Narzędzia pomiarowe. Przybory do płytek wzorcowych”.

Norma PN-81/M-53108 „Narzędzia pomiarowe. Płytki kątowe”.

Norma PN-74/M-53180 „Narzędzia pomiarowe. Liniały krawędziowe i powierzchniowe”.

Norma PN-75/M-53390 „Narzędzia pomiarowe. Szczelinomierze”.

Norma PN-88/M-53395 „Narzędzia pomiarowe. Wzorce zarysu gwintu metrycznego”.

Norma PN-87/M-53396 „Narzędzia pomiarowe. Wzorce łuków kołowych”.

Norma PN-74/M-53406 „Narzędzia pomiarowe. Wzorce do noży do gwintu metrycznego i trapezowego”.

Spis rysunków

Rys. 1. Komplet płytek wzorcowych i płytki pojedyncze.....	114
Rys. 2. Komplet przyborów do płytek wzorcowych MLUp.....	117
Rys. 3. Uchwyt do płytek wzorcowych MLU _b z płytkami wzorcowymi.....	117
Rys. 4. Nasuwanie płytek wzorcowych. Przywieralność.....	118
Rys. 5. Szczelinomierze w komplecie.....	119
Rys. 6. Szczelinomierze klinowe.....	120
Rys. 7. Przymiar sztywny.....	121
Rys. 8. Przymiar półsztywny.....	121
Rys. 9. Przymiar zwijany.....	122

Rys. 10. Stalowa taśma pomiarowa.....	122
Rys. 11. Przymiar składany.....	123
Rys. 12. Zestaw wałeczków pomiarowych do gwintów.....	124
Rys. 13. Komplet wałeczków pomiarowych do gwintów.....	124
Rys. 14. Wałeczek pomiarowy do kół zębatych.....	124
Rys. 15. Kwadratowa, żeliwna płyta pomiarowa.....	125
Rys. 16. Płyta pomiarowa granitowa ze stojakiem.....	126
Rys. 17. Liniął jednokrawędziowy.....	127
Rys. 18. Liniął trójkrawędziowy.....	127
Rys. 19. Liniął powierzchniowy prostokątny.....	127
Rys. 20. Liniął powierzchniowy uźebrowany.....	128
Rys. 21. Liniął powierzchniowy trzykrawędziowy	128
Rys. 22. Liniął powierzchniowy dwuteowy.....	128
Rys. 23. Szczelina świetlna wzorcowa utworzona z płytek wzorcowych i liniąłu krawędziowego	130
Rys. 24. Schemat wielkości i położenia pól tolerancji sprawdzianu do wałków.....	132
Rys. 25. Sprawdziany do wałków a) pierścieniowy MSRb, b) szczękowy MSKa.....	133
Rys. 26. Sprawdziany do otworów: a) tłoczkowy walcowy MSBa, b) łopatkowy walcowy MSDb, c) średniówkowy MSEb.....	134
Rys. 27. Sprawdzian szczękowy nastawny z płytką wzorcową.....	134
Rys. 28. Sprawdzian dosuwny.....	135
Rys. 29. Komplet wzorców zarysu gwintu.....	136
Rys. 30. Sprawdziany do gwintu zewnętrznego a) pierścieniowy MSRk, b) szczękowy rolkowy MSNa.	137
Rys. 31. Sprawdzian trzpieniowy przechodnio-nieprzechodni do gwintów wewnętrznych MSCk	137
Rys. 32. Komplet wzorców łuków kołowych.....	138
Rys. 33. Wzorzec do noży do gwintu metrycznego.....	139
Rys. 34. Wzorzec do noży do gwintu calowego.....	139
Rys. 35. Wzorzec do noży do gwintu trapezowego.....	139

Spis tabel

Tab. 1. Odchyłki graniczne płytek wzorcowych.....	115-116
Tab. 2. Wartości odchyłki Δa grubości pomiarowej grubościomierzy.....	119

Tab. 3. Dokładność wykonania płyt pomiarowych.....	125
Tab. 4. Maksymalne obciążenie skupione płyt pomiarowych żeliwnych.....	126
Tab. 5. Tolerancje prostoliniowości w [μm] krawędzi pomiarowych liniałów krawędziowych	129
Tab. 6. Tolerancje płaskości liniałów powierzchniowych prostokątnych dwuteowych.....	130
Tab. 7. Tolerancje płaskości liniałów powierzchniowych uźebrowanych i trójkątnych.....	130
Tab. 8. Tolerancje kąta pomiarowego liniałów powierzchniowych trójkątnych.	130
Tab. 9. Orientacyjny związek ilości miejsc styku w kwadracie kontrolnym z klasa i niepłaskości przy stosowaniu metody farbowania.....	131
Tab. 10. Odchyłki graniczne $\pm T_R/2$ promieni znamionowych R promieniomierzy.....	138